

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-253483

(43)Date of publication of application : 14.09.2000

(51)Int.Cl.

H04R 3/02

(21)Application number : 11-050798

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 26.02.1999

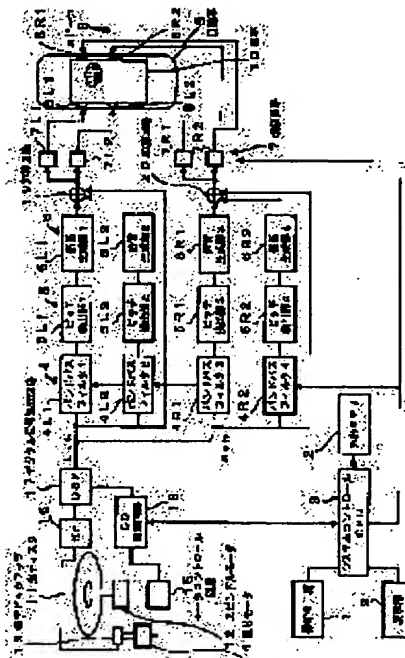
(72)Inventor : KUROIWA HITOSHI
CHIKATSU MASAHIRO
KOBAYASHI SHINJI

(54) SOUND FIELD CORRECTION METHOD AND ACOUSTIC DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a sound field correction method and an acoustic device which apply acoustic processing to a band where a dip of frequency characteristics is generated so that auditorily correct the acoustic characteristics.

SOLUTION: This sound field correction method makes acoustic frequency characteristics almost even and can improve acoustic characteristics by using multiple sound of a frequency where a dip is generated at low costs and by low power consumption. It can auditorily correct deficiency of the frequency and obtain desired acoustic characteristics by imposing a harmonic wave component with the frequency concerned as a basic wave instead of decreasing the gain of a frequency band having a dip, by employing a sound field correction method which corrects a sound field in a case where the dip is generated to the frequency characteristics by an influence of a standing wave in a car room 10 where speakers 8 (8L1, 8R1, 8L2 and 8R2), by which audio signals are provided, are arranged.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-253483

(P2000-253483A)

(43) 公開日 平成12年9月14日 (2000.9.14)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 4 R 3/02

識別記号

F I

H 0 4 R 3/02

テーマコード(参考)

5 D 0 2 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平11-50798

(22) 出願日 平成11年2月26日 (1999.2.26)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 黒岩 仁

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 千勝 正弘

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 100080883

弁理士 松隈 秀盛

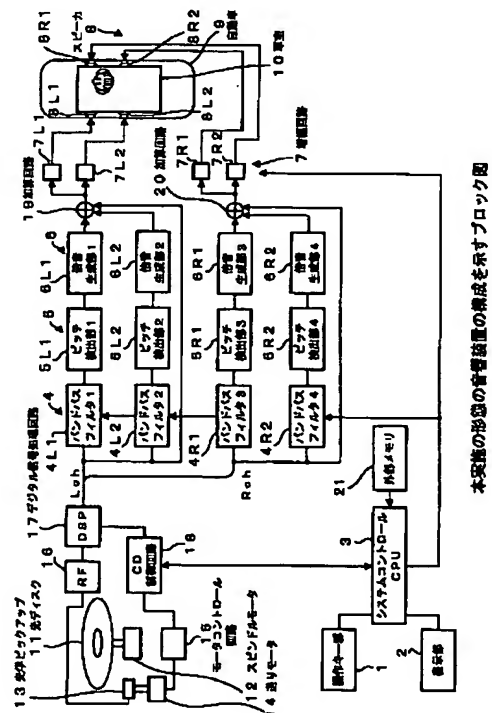
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音場補正方法および音響装置。

(57) 【要約】

【課題】 周波数特性のディップが発生している帯域について音響処理を施して聴感上で音響特性を補正する音場補正方法および音響装置を提供する。

【解決手段】 音場補正方法は、オーディオ信号が供給されるスピーカ 8 (8 L 1, 8 R 1, 8 L 2, 8 R 2) が配置された車室内 1 0 において、定在波による影響で周波数特性にディップが発生した場合における音場を補正する音場補正方法において、当該ディップの発生した周波数帯のゲインを増加する代わりに、当該周波数を基本波とする高調波成分を上記オーディオ信号に重畳させることにより、当該周波数の欠落を聴感上補正し所望の音響特性を得るので、低コストでしかも低消費電力で、ディップが発生した周波数の倍音を用いて、聴感上の周波数特性をほぼ平坦にして音響特性を改善することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 オーディオ信号が供給されるスピーカが配置された室内において、定在波による影響で周波数特性にディップが発生した場合における音場を補正する音場補正方法において、

当該ディップの発生した周波数帯のゲインを増加する代わりに、当該周波数を基本波とする高調波成分を上記オーディオ信号に重畳させることにより、当該周波数の欠落を聴感上補正し所望の音響特性を得ることを特徴とする音場補正方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の音場補正方法において、上記オーディオ信号のうち補正すべき周波数成分を抜き取り、抜き取られた周波数成分から基音を検出し、上記基音に基づいて倍音を生成することにより、上記高調波成分を生成することを特徴とする音場補正方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載の音場補正方法において、上記室内の任意の位置にマイクロホンを設置し、上記位置における音響特性を測定することにより、上記ディップを測定することを特徴とする音場補正方法。

【請求項 4】 請求項 1 記載の音場補正方法において、上記室内は車両の室内であることを特徴とする音場補正方法。

【請求項 5】 オーディオ信号が供給されるスピーカが配置された室内において、定在波による影響で周波数特性にディップが発生した場合における音場を補正する音響装置において、当該ディップの発生した周波数帯のゲインを増加する代わりに、当該周波数を基本波とする高調波成分を上記オーディオ信号に重畳させる高調波重畳手段を備え、上記高調波重畳手段により当該周波数の欠落を聴感上補正し所望の音響特性を得る音響装置。

【請求項 6】 請求項 5 記載の音響装置において、上記高調波重畳手段は、上記オーディオ信号のうち補正すべき周波数成分を抜き取る抜き取り手段と、抜き取られた周波数成分から基音を検出する基音検出手段と、上記基音に基づいて倍音を生成する倍音生成手段と、を有することを特徴とする音響装置。

【請求項 7】 請求項 5 記載の音響装置において、上記室内の任意の位置にマイクロホンを設置し、上記位置における音響特性を測定することにより、上記ディップを測定することを特徴とする音響装置。

【請求項 8】 請求項 5 記載の音響装置において、上記室内は車両の室内であることを特徴とする音響装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば車両の室内における音場を補正する音場補正方法および音響装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般的に低周波では定在波の存在する音響モードの音圧分布は飛び飛びに分布するため、全ての音響モードを再生しないと、その音響モード付近の低音を再生することができなかった。特に車両の室内では、試聴位置が音響モードの節の位置にあった場合やスピーカの相互効果により特定の音響モードの音圧レベルが下がったりしていた。

【0003】 従来から、車両の室内の音響特性の調整を行う制御技術が提案されており、代表的な制御技術として、定在波の除去（特開平 9-327086 号公報）および遅延時間の適正化（特開平 10-161667 号公報）などがある。

【0004】 第 1 に、定在波除去の技術は、特開平 9-327086 号公報に記載されているように、スピーカから出力される音を原音に近いものとして收音し、室内の反射音の影響を除去した音場を形成するものであり、スピーカから出力される音をその直前で收音し、この收音した音の音圧レベルを可聴周波数帯域の略全域に亘って ± 4 dB 以内に収めるように第 1 補正手段で調整し、所望の受音点で收音した音の音圧レベルを可聴周波数帯域の略全域に亘って ± 4 dB 以内に収めるように第 2 補正手段で調整するものである。この方法によると、スピーカの出力直後の音に対して音圧レベル調整を行い、低域の音圧レベル上昇の影響を反映した原音に極めて近い音を再生できる。

【0005】 第 2 に、遅延時間の適正化の技術は、特開平 10-161667 号公報に記載されているように、短時間に車室内音響空間における非制御帯域の信号伝搬時間を測定して、所望の遅延時間を遅延器に設定するのであって、遅延時間決定部における適応信号処理部は適応信号処理を実行して車室内音響空間における非制御帯域の信号伝搬型を適応フィルタで模擬し、最大係数／遅延時間探索部は適応フィルタの係数値を参照して信号伝搬型のインパルス応答のピーク位置を求め、ピーク位置より信号伝搬時間を求め、制御帯域の信号伝搬時間と非制御帯域の信号伝搬時間との差を遅延時間として遅延器に設定し、制御帯域のオーディオ信号と非制御帯域のオーディオ信号が観測点に同時に到達するようにするのである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上述した従来の音響特性の制御技術では、車室内においては定在波の影響が大きいため、定在波によって発生している周波数特性のゲインの低下したくぼみを示すディップを補正するためには、大口径のサブウーファを追加するか、各スピーカの周波数および位相特性を補正するための専用のデジタルシグナルプロセッサ（DSP）が必要であり、このため、補正のための構成および処理が余計にかり、装置が高価となることから容易に補正を行うことができず、また、補正に伴う電力を余計に消費するとい

う不都合があった。

【0007】一方、低音域においては、周期性ピッチを利用して低音感を増加する手法はよく知られており、このような音響処理装置が商品化されている。これは、図7に示すように、音楽信号より基音70を抽出して倍音71を計算し、基音70を抜いた倍音成分を基の音楽信号に重畳すること、あたかも基音70に相当する低音域を再現するようにするものである。

【0008】また、基音（ピッチ）は、以下に述べる各種の既知の方法によって抽出が可能である。特開平9-251044号公報に記載の音楽信号の複合歪波信号からの正しい各基本周波数の推定に寄与する周波数を分析する技術や、特許第2713102号公報に記載の所定条件を満足するスペクトル成分を検出して音信号の種類に応じた数の可変のピッチを抽出する技術も提案されていたが、いずれも、単に低音域1点のみの音感を増加する点と、単に基音を抽出する点のみであり、周波数のディップが発生している帯域の音響特性を改善することはできなかったという不都合があった。

【0009】そこで、本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、低音域1点のみでなく周波数特性のディップが発生している数点の帯域について音響処理を施して聴感上で音響特性を補正する音場補正方法および音響装置を提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の音場補正方法は、オーディオ信号が供給されるスピーカが配置された室内において、定在波による影響で周波数特性にディップが発生した場合における音場を補正する音場補正方法において、当該ディップの発生した周波数帯のゲインを増加する代わりに、当該周波数を基本波とする高調波成分を上記オーディオ信号に重畳させることにより、当該周波数の欠落を聴感上補正し所望の音響特性を得るものである。

【0011】また、本発明の音響装置は、オーディオ信号が供給されるスピーカが配置された室内において、定在波による影響で周波数特性にディップが発生した場合における音場を補正する音響装置において、当該ディップの発生した周波数帯のゲインを増加する代わりに、当該周波数を基本波とする高調波成分を上記オーディオ信号に重畳させる高調波重畳手段を備え、上記高調波重畳手段により当該周波数の欠落を聴感上補正し所望の音響特性を得るものである。

【0012】従って本発明によれば、以下の作用を奏する。高調波重畳手段は、復調処理が施されたオーディオ信号から補正したい周波数成分を抜き取り、抜き取られた周波数成分から基音（ピッチ）を検出し、基音に基づいて倍音を生成し、Lチャンネルの基のオーディオ信号に生成されたLチャンネルの倍音を重畳すると共に、Rチャンネルの基のオーディオ信号に生成されたRチャンネルの倍音を重畳する。

【0013】高調波重畳手段は、L/Rチャンネルで各々複数構成することにより、L/Rチャンネルで各々複数力所のディップが補正できる。また、周波数特性に影響を与えることが予測される主要なディップの個数だけL/Rチャンネルにそれぞれこれらを設ける。

【0014】また、高調波重畳手段における周波数抜き取り帯域の設定、倍音の帯域の設定のための補正量となる係数は、外部メモリより供給するようにし、例えば、音響装置が搭載されている車室を有する車両に合わせて予め外部メモリにデータを供給するようにし、任意の車種に対応する当該外部メモリを接続することで、当該係数データを高調波重畳手段に供給して所望の係数値を設定する。

【0015】複数のディップがある場合には周波数帯域の低い方のディップから補正する。自動車の車種別に車室の定在波が分かるため、これから補正分を設定して、一度これらの設定をしたら、同じ車種では同じ補正処理を行う。

【0016】これにより、実際の補正後の周波数特性ではディップは無くなっていないが、倍音が付加されている。この結果、聴感上の補正効果ではあたかもディップが無くなっているかのように聞こえ、聴感上は周波数特性をほぼフラットにしたのと同様な補正効果が得られる。

【0017】

【発明の実施の形態】本実施の形態の音響装置は、低音域1点のみでなく周波数特性のディップが発生している数点の帯域について音響処理を施して聴感上で音響特性を補正するものである。なお、適応周波数範囲は、400 [Hz] 以下程度に設定し、周期性ピッチの知覚限界（800 [Hz]）を超えないことで聴感上の効果を得るものである。

【0018】[音響装置の構成] 以下、本実施の形態を説明する。まず、本実施の形態の音響装置の構成を図1を参照しながら説明する。本実施の形態の音響装置は、車両の室内の音場を補正する場合に適用されるものである。

【0019】以下に、音響装置としての光ディスク再生部の構成を説明する。図1において、光ディスク再生部は、信号処理系において、光ディスク11より信号を読み取る光学ピックアップ13と、光学ピックアップ13により読み取られた信号を高周波増幅してRF再生信号を出力するRF信号処理回路16と、RF再生信号に誤り訂正等の処理を施してオーディオ信号を出力するデジタル信号処理回路（DSP）17と、デジタル信号処理回路17により復調処理が施されたオーディオ信号から補正したい周波数成分を抜き取るバンドパスフィルタ（4L1, 4L2, 4R1, 4R2）4と、抜き取られた周波数成分から基音（ピッチ）を検出するピッチ検出

部(5L1, 5L2, 5R1, 5R2)5と、基音に基づいて倍音を生成する倍音生成部(6L1, 6L2, 6R1, 6R2)6と、Lチャンネルの基のオーディオ信号に生成されたL1チャンネルおよびL2チャンネルの倍音を重畳する加算回路19と、Rチャンネルの基のオーディオ信号に生成されたR1チャンネルおよびR2チャンネルの倍音を重畳する加算回路20と、補正されたLチャンネルのオーディオ信号を増幅する増幅回路7L1~7L2と、補正されたRチャンネルのオーディオ信号を増幅する増幅回路7R1~7R2と、自動車9の車室10に配置され再生音を出力するスピーカ(8L1, 8R1, 8L2, 8R2)8とを有して構成される。

【0020】また、光ディスク再生部は、測定系および制御系において、予め外部メモリ21に記憶されたデジタルデータを取り込み所定の係数値を各バンドパスフィルタ4に設定するシステムコントロールCPU3と、光ディスク再生部に対する再生動作の指示に相当するキー入力操作が行われる操作キー群1と、操作内容を表示する表示部2とを有して構成される。

【0021】また、光ディスク再生部は、サーボ系において、RF再生信号の復調の際にクロック信号を抽出して抽出されたクロック信号をモータコントロール回路15に供給するCD制御回路18と、クロック信号および速度エラー信号(VE)に基づいてスピンドルモータ12および送りモータ14に駆動信号を供給し、さらにトラッキングエラー信号(TE)およびフォーカスエラー信号(FE)に基づいて光学ピックアップ13の2軸アクチュエータに駆動信号を供給してサーボ制御を行うモータコントロール回路15と、ディスク11を回転させるスピンドルモータ12と、光学ピックアップ13をディスク11の内周方向から外周方向に順次移動させる送り(スレッド)モータ14とを有して構成される。

【0022】[音響装置の動作]このように構成された音響装置は、以下のような動作をする。図1において、光学ピックアップ13は、ディスク11より信号を読み取る。光学ピックアップ13により読み取られた信号はRF信号処理回路16により高周波増幅されて、デジタル信号処理回路17に供給されてデジタル信号処理回路17によって誤り訂正等の処理が施された後に、バンドパスフィルタ(4L1, 4L2, 4R1, 4R2)4に供給される。

【0023】バンドパスフィルタ(4L1, 4L2, 4R1, 4R2)4は復調処理が施されたオーディオ信号から補正したい周波数成分を抜き取る。ピッチ検出部(5L1, 5L2, 5R1, 5R2)5は抜き取られた周波数成分から基音(ピッチ)を検出する。倍音生成部(6L1, 6L2, 6R1, 6R2)6は基音に基づいて倍音を生成する。加算回路19はLチャンネルの基のオーディオ信号に生成されたL1チャンネルおよびL2チャンネルの倍音を重畳する。加算回路20はRチャンネル

の基のオーディオ信号に生成されたR1チャンネルおよびR2チャンネルの倍音を重畳する。図示しないD/Aコンバータによりアナログ信号に変換された後に、増幅回路7L1~7L2は補正されたLチャンネルのオーディオ信号を増幅する。増幅回路7R1~7R2は補正されたRチャンネルのオーディオ信号を増幅する。スピーカ(8L1, 8R1, 8L2, 8R2)8は、自動車9の車室10に配置され再生音を出力する。また、復調の際のRF再生信号はCD制御回路18に供給される。

【0024】また、スピンドルモータ12はディスク11を回転させ、送り(スレッド)モータ14は光学ピックアップ13をディスク11の内周方向から外周方向に順次移動させる。モータコントロール回路15は、スピンドルモータ12および送りモータ14に駆動信号を供給してサーボ制御を行う。このモータコントロール回路15はCD制御回路18においてRF再生信号から抽出されるクロック信号に基づいて駆動信号を生成している。また、CD制御回路18は、上述したほかにシステムコントロールCPU3との通信やディスク11のローディング機構や送り機構等のメカニカル機構部の制御も行う。

【0025】操作キー群1により光ディスク再生部に対する再生動作の指示に相当するキー入力操作が行われると、表示部であるディスプレイ2に操作内容を表示した後に、上述したディスク11の再生動作が実行される。

【0026】具体的には、システムコントロールCPU3からのコマンドに基づいてCD制御回路18はコントロール信号を生成してモータコントロール回路15に供給する。モータコントロール回路15はスピンドルモータ12および送りモータ14に駆動信号を供給してサーボ制御を行う。これにより、スピンドルモータ12はディスク11を回転させて、送りモータ14は光学ピックアップ13をディスク11の内周方向から外周方向に順次移動させる。

【0027】所定位置で、光学ピックアップ13からディスク11にレーザービームを照射させて光学ピックアップ13の2軸アクチュエータのフォーカスコイルを用いてフォーカスサーボをかけ、光学ピックアップ13の2軸アクチュエータのトラッキングコイルを用いてトラッキングサーボをかける。このようにして、各サーボをかけた後、信号を読み取りデジタルのオーディオ信号の再生を行う。オーディオ信号は、増幅回路7を介して4つのスピーカ8L1, 8R1, 8L2, 8R2から再生音として出力される。

【0028】まず、ディスク11の最内周のTOC(Track Of Contents)の開始終了アドレス等の情報を読み取った後に曲(トラック)の再生を行う。このようにして、トラックの再生が実行され、デジタルのオーディオデータがデジタル信号処理回路17に

供給される。デジタル信号処理回路17ではオーディオデータに対して復調が施される。デジタル信号処理回路17により復調処理が施されたオーディオデータは、バンドパスフィルタ4により所定周波数成分が抜き取られ、ピッチ検出部5によりピッチが検出され、倍音生成部6により倍音が生成され、加算器19、20により基のLチャンネルのオーディオ信号とL1チャンネルおよびL2チャンネルの倍音とが重畳され、基のRチャンネルのオーディオ信号とR1チャンネルおよびR2チャンネルの倍音とが重畳され、アナログのオーディオ信号に変換され、増幅回路7により増幅され、自動車9の車室10に配置されたスピーカ8L1、8R1、8L2、8R2より再生音として出力される。

【0029】ここで、特に本実施の形態では、バンドパスフィルタ(4L1、4L2、4R1、4R2)4をデジタルフィルタで構成し、システムコントロールCPU3が外部メモリ21より読み出した係数値をバンドパスフィルタ(4L1、4L2、4R1、4R2)4に供給して設定することで、所定の周波数帯域において音響処理を行うようにしている。

【0030】[音響補正の動作] 本実施の形態では、バンドパスフィルタ(4L1、4L2、4R1、4R2)4は復調処理が施されたオーディオ信号から補正したい周波数成分を抜き取る。ピッチ検出部(5L1、5L2、5R1、5R2)5は抜き取られた周波数成分から基音(ピッチ)を検出する。倍音生成部(6L1、6L2、6R1、6R2)6は基音に基づいて倍音を生成する。加算回路19はLチャンネルの基のオーディオ信号に生成されたL1チャンネルおよびL2チャンネルの倍音を重畳する。加算回路20はRチャンネルの基のオーディオ信号に生成されたR1チャンネルおよびR2チャンネルの倍音を重畳する。

【0031】本実施の形態では、L1チャンネル用およびL2チャンネル用、R1チャンネル用およびR2チャンネル用の4つのバンドパスフィルタ(4L1、4L2、4R1、4R2)4、4つのピッチ検出部(5L1、5L2、5R1、5R2)5、4つの倍音生成部(6L1、6L2、6R1、6R2)6とを有して構成されており、L/Rチャンネル各々2カ所までのディップが補正できるように構成されているが、これに限られるものではない。例えば、周波数特性に影響を与えることが予測される主要なディップの個数だけL/Rチャンネルにそれぞれこれらを設けるようにすればよい。

【0032】また、バンドパスフィルタ(4L1、4L2、4R1、4R2)4の係数は、外部メモリ21より供給するように構成されていて、例えば、音響装置が搭載されている車両9に合わせて予め外部メモリ21にデータを供給するようにしている。平成2年型の何々という車種であれば、対応する当該外部メモリ21を接続することで、システムコントロールCPU3が当該データを

バンドパスフィルタ4に供給して所望の係数値を設定することができる。

【0033】なお、本実施の形態では、予め車室の音響特性を例えばスペクトルアナライザ等を用いて測定し、測定された音響特性のうちの2つのディップを検出する。3つ以上のディップがある場合には周波数帯域の低い方の2つのディップから補正する。検出された2つのディップを抜き取るバンドパスフィルタ(4L1、4L2、4R1、4R2)4の帯域と、ディップの帯域を基音として倍音を生成する倍音生成部(6L1、6L2、6R1、6R2)6の倍音の帯域と、バンドパスフィルタ(4L1、4L2、4R1、4R2)4の補正量となる係数を、自動車9の車種別に外部メモリ21に記憶しておく。自動車9の車種別に車室10の定在波が分かるため、これから補正分を設定して、一度これらの設定をしたら、同じ車種では同じ補正処理を行うようにする。

【0034】なお、倍音の帯域は基音の帯域に対して10倍程度、例えば、7〜8倍が適当である。また、これにより得られる聴感上の補正の効果は、数100 [Hz] 程度、たとえば、800 [Hz] 以下で、200〜400 [Hz] が最適である。

【0035】[音響特性の補正例] 図2は、本実施の形態の周波数特性である。図2Aに助手席で測定した周波数応答比関数Pa(測定点での音圧レベル/入力点の音圧レベル)を示した。図は400 [Hz] 以下について示してある。図より定在波による大きなディップが80 [Hz] 近傍のディップ30および170 [Hz] 近傍のディップ31の2カ所あることが分かる。

【0036】この2カ所のディップ30、31を補正したのが図2Bに示した補正後の周波数特性(助手席)である。なお、図における補正量と補正効果は模式的に表したもので、測定例ではない。図2Bでは、実際の補正後の周波数特性34で示すようにディップ30、31は無くなっているが、もとの周波数特性に対して倍音が付加されている。この結果、聴感上の補正効果32、33で示すようにあたかもディップ30、31が無くなっているように聞こえ、聴感上は周波数特性をほぼフラットにしたのと同様な補正効果が得られる。

【0037】[基音、倍音の性質、および音の知覚の性質] 以下に示すような基音、倍音の性質、および音に関する人間の知覚の性質を用いることにより基音の欠落に対して倍音を用いて聴感上の補正効果を得ることができる。(「音楽の心理学」ダイアナ・ドイチュ他共著、2頁〜13頁参照。) まず、どのような周期的複合音も、部分音あるいは倍音と呼ばれる周波数成分に分解され、音の高さ(ピッチ)は、純音の周波数、および複合音の基本周波数に対応する。複合音は、その基本周波数に相当する1つの高さを持つものとして聴かれ、この高さのことを、「低ピッチ」と呼ぶ。

【0038】次に、複合音には、さまざまな周波数成分

がいくつも同時に存在していて、1つの複合音のすべての成分は、ある1つの音源からのものであるから、それらの成分を1つの単位として知覚する方が、バラバラに知覚するよりも環境をより単純にとらえることになる。知覚のこのような面は、知覚学習過程とみられる。複合音の周期性は、きわめて安定した不変の性質である。このことは、倍音成分によってつくられた波形に現れている。複合音の周期性は、同時に、基本音の周期性でもある。複合音の知覚は、パターン認識過程と見ることができ。倍音が全て完全にそろわなければ音の高さを認知できないということではなく、少なくとも周期性を決定できるだけの、何対かの隣接した倍音があれば十分である。このことから、限られた数の倍音から基本周波数を認知できる学習過程があると考えられる。

【0039】もし、低ピッチを知覚するのに、複合音の部分音全部は必要ないとすると、どのくらいで十分であるかを実験すると、図7に示す同一の低ピッチを持つ8種類の音刺激のスペクトル構造において、次第に（部分音の）数が減少していき、たった1つの部分音でも低ピッチを知覚できることが分かる。結論として、低ピッチは中枢神経系における処理に基づくものであって、抹消系の感覚器官（耳）で生じるのではない。上述した図7に示したたった1つの部分音はS/N比が小さいこと、先行刺激によって基本周波数領域に聴き手の注意を向けさせておくことなどの条件によって、基本音がそこにはないということがはっきりしなくなるという知覚状況が生じるので、われわれは、先行刺激からの推測によってそこに基本音があるはずだと考えるようになる。

【0040】【応用例】上述した本実施の形態では、バンドパスフィルタ（4L1, 4L2, 4R1, 4R2）4は復調処理が施されたオーディオ信号から補正したい周波数成分を抜き取り、ピッチ検出部（5L1, 5L2, 5R1, 5R2）5は抜き取られた周波数成分から基音（ピッチ）を検出し、倍音生成部（6L1, 6L2, 6R1, 6R2）6は基音に基づいて倍音を生成し、加算回路19はLチャンネルの基のオーディオ信号に生成されたL1チャンネルおよびL2チャンネルの倍音を重畳し、加算回路20はRチャンネルの基のオーディオ信号に生成されたR1チャンネルおよびR2チャンネルの倍音を重畳する例を示したが、これに限らず、バンドパスフィルタ（4L1, 4L2, 4R1, 4R2）4、ピッチ検出部（5L1, 5L2, 5R1, 5R2）5および倍音生成部（6L1, 6L2, 6R1, 6R2）6によって作り出された倍音を用いた高調波成分が自動車9の車室10の定在波の周波数帯域に該当したら、その周波数帯域の高調波成分は加算回路19, 20において付加しないことにより、定在波を除去して一層省電力化することができる。

【0041】また、上述した本実施の形態に加えてさらに、検出対象外のディップの生じている周波数帯域のオ

ーディオ信号の伝送を止めることにより、一層の省電力化を図ることができる。この場合、バンドパスフィルタ（4L1, 4L2, 4R1, 4R2）4により抜き取ることを予定していないディップ以外の帯域のオーディオ信号を基のL/Rチャンネルのオーディオ信号から抜き取るバンドパスフィルタを、例えば、上述したデジタル信号処理回路17の後段でバンドパスフィルタ（4L1, 4L2, 4R1, 4R2）4の前段に設けるようにしてもよい。

【0042】また、上述した本実施の形態では、バンドパスフィルタ（4L1, 4L2, 4R1, 4R2）4の係数を外部メモリ21から供給する例を示したが、これに限らず、光ディスク11のTOCエリアに係数値のデータを予め記録しておき、光ディスク11に記録されたオーディオデータを再生する前に係数値データを再生して、フラッシュROMなどに書き込むようにしても良い。また、フロッピーディスクやMO（光磁気ディスク）などの光磁気記録媒体のTOCエリアに係数値のデータを予め記録するようにしても良い。また、これに限らず、インターネット回線を利用して上位のコンピュータから係数値データをダウンロードするようにしても良い。

【0043】【他の音響装置の構成】上述したように、狭い空間では、スピーカが干渉し合ったりして、定在波によって音響特性が影響を受けやすい状態となる。特に、400 [Hz] 以下程度の低音域に大きなディップを生じるため、音楽のベース部分が欠落するという不都合があった。なお、上述した低音域における周期性ピッチを利用して低音域を補う方法は有用であるが、一般ユーザには調整が難しいという不都合があった。そこで、本実施の形態の他の音響装置では、周期性ピッチを利用して低音域を補う調整を自動化することにより使い勝手の向上を図るようにした。

【0044】図3は、本実施の形態の他の音響装置の構成を示すブロック図である。図3において、図1に対応するものには同一の符号を付してその詳細な説明を省略する。以下、図1と異なる点のみを説明する。本実施の形態では、図1に示した外部メモリ21に替えて、自動車9の車室10内にマイクロフォン23を設け、マイクロフォン23により測定された音響特性をA/D変換器22によりデジタルデータに変換して、デジタルデータとしてシステムコントロールCPU3に取り込み、音響特性のうちディップの周波数帯域を解析して、この周波数帯域をL/Rチャンネルの基のオーディオ信号から抜き取るための係数値をバンドパスフィルタおよびローパスフィルタ（4L1, 4L2, 4R1, 4R2）4に供給することにより、所定の周波数帯域において音響処理を行うようにしている。なお、ローパスフィルタ（4L2, 4R2）4は、400 [Hz] 以下程度の所定の低音域を抜き取るために、ローパスフィルタとして

動作するように構成される。

【0045】【他の音響装置の動作】バンドパスフィルタおよびローパスフィルタ(4L1, 4L2, 4R1, 4R2)4の係数は、マイクロフォン23およびA/D変換器22を用いて車両の音響特性を測定した結果をシステムコントロールCPU3が判断することによって決定される。例えば、低周波数雑音(ピンクノイズ)などが記録されている光ディスクを再生した際のスピーカ8L1, 8R1, 8L2, 8R2からの再生音をマイクロフォン23で集音し、集音したアナログデータをA/D変換器22を介してデジタルデータに変換した後、システムコントロールCPU3に供給し、システムコントロールCPU3内で周波数分析を実施し、ディップが発生している周波数帯域を検出して、この周波数帯域に対応する係数値データを選択して、バンドパスフィルタおよびローパスフィルタ(4L1, 4L2, 4R1, 4R2)4に供給して、バンドパスフィルタおよびローパスフィルタ(4L1, 4L2, 4R1, 4R2)4に係数を設定する。

【0046】【音響特性の測定例】図4は、本実施の形態の他の周波数特性を示す図である。図4Aおよび図4Bは音響特性の測定例である。図4Aでは63[Hz]付近にディップ40が発生しており、図4Bでは200[Hz]付近にディップ41が発生していることが確認できる。これらのディップ40, 41を補正した周波数特性が図4Cおよび図4Dである。なお、図における補正量と補正効果は模式的に表したものであって測定例ではない。図4Cではディップ40が無くなっているが倍音が付加された補正効果42が表れ、図4Dではディップ41が無くなっているが倍音が付加された補正効果43が表れている。この倍音が付加された補正効果42, 43により、聴感上は周波数特性をほぼフラットにしたのと同様の補正効果が得られる。

【0047】【補正処理の動作】図5は、本実施の形態の補正処理の動作を示すフローチャートである。図5において、フィルタの設定処理をスタートして、先ず、ステップS1で周波数特性における周波数応答比関数のサンプリングを行う。具体的には、システムコントロールCPU3において、マイクロフォン23およびA/D変換器22を用いた測定は、Sample(1)=40[Hz]の周波数特性～Sample(11)=400[Hz]の周波数特性まで、1/3オクターブ間隔で行い、11個の測定データ(ゲイン)を格納する。ついで、ステップS2でサンプリング値の平均値を求める。具体的には、システムコントロールCPU3において、以下の数1式により、平均値を求める。

【0048】

【数1】 $Ave = (Sample(1) + \dots + Sample(11)) / 11$

【0049】さらに、ステップS3で、システムコント

ロールCPU3において、100[Hz]以下(Sample(1)～Sample(5))のデータの中で、以下の数2式により、高い周波数(Sample(5))から平均値(Ave)との差を求めていき、最初に差が10[dB]以上であったことが検出されたとき、ステップS4へ進み、この周波数の係数データをローパスフィルタ(4L2, 4R2)4の係数に設定する。

【0050】

【数2】 $Ave - Sample(i) > 10?$

ただし、 $i = 5 \sim 1$ とする。

【0051】次に、ステップS5で、システムコントロールCPU3において、400[Hz]～125[Hz]まで(Sample(6)～Sample(11))のデータの中で、以下の数3式により、高い周波数(Sample(11))から平均値(Ave)との差を求めていき、最初に差が10[dB]以上であったことが検出されたとき、ステップS6へ進み、この周波数の係数データをバンドパスフィルタ(4L1, 4R1)4の係数に設定する。

【0052】

【数3】 $Ave - Sample(i) > 10?$

ただし、 $i = 11 \sim 6$ とする。

【0053】上述したステップS1～ステップS6までの処理および判断を図6に示すように11サンプリングの回数だけ繰り返す。具体的には、図4Aで示した周波数特性では、ローパスフィルタ(4L2, 4R2)4の係数は、63[Hz]の係数データを用い、バンドパスフィルタ(4L1, 4R1)4は設定せず回路から切り離す。この処理を実施した結果が図4Cとなる。

【0054】また、図4Bで示した周波数特性では、バンドパスフィルタ(4L1, 4R1)4の係数は、200[Hz]の係数データを用い、ローパスフィルタ(4L2, 4R2)4は設定せず回路から切り離す。この処理を実施した結果が図4Dとなる。

【0055】なお、40[Hz]～400[Hz]までの測定データの平均値と各測定データに10[dB]以上の差がなければバンドパスフィルタ、ローパスフィルタ(4L1, 4L2, 4R1, 4R2)4は設定せず回路から切り離すものとする。

【0056】上述した本実施の形態の音場補正方法は、オーディオ信号が供給されるスピーカ8(8L1, 8R1, 8L2, 8R2)が配置された室内10において、定在波による影響で周波数特性にディップ30, 31が発生した場合における音場を補正する音場補正方法において、当該ディップの発生した周波数帯のゲインを増加する代わりに、当該周波数を基本波とする高調波成分を上記オーディオ信号に重畳させることにより、当該周波数の欠落を聴感上補正し(32, 33)所望の音響特性を得るので、他に特別の大規模の処理を施すことなく、

低コストでしかも低消費電力で、ディップが発生した周波数の倍音を用いて聴感上の補正をすることにより、聴感上の周波数特性をほぼ平坦にして音響特性を改善することができる。

【0057】また、本実施の形態の音場補正方法は、上述において、上記オーディオ信号のうち補正すべき周波数成分を抜き取り、抜き取られた周波数成分から基音を検出し、上記基音に基づいて倍音を生成することにより、上記高調波成分を生成するので、特別の大規模の処理を用いてディップを直接補正する必要が無く、ディップが発生した周波数を基音としてその倍音を用いて聴感上の補正をすることにより、聴感上の周波数特性をほぼ平坦にして音響特性を改善することができる。また、本実施の形態の音場補正方法は、上述において、上記室内10の任意の位置にマイクロホン23を設置し、上記位置における音響特性を測定することにより、上記ディップを測定するので、ディップ40、41の発生している周波数帯域を自動的に検出し、倍音を用いた周波数特性の補正(42、43)を自動的に実施することができ、これにより、使い勝手を向上させる。

【0058】また、本実施の形態の音場補正方法は、上述において、上記室内10は車両9の室内であるので、定在波が発生しやすい車室空間におけるディップの発生している周波数帯域を検出し、倍音を用いた周波数特性の補正をすることにより、定在波を低減させて音場の良い音響特性を得ることができる。

【0059】また、本実施の形態の音響装置は、オーディオ信号が供給されるスピーカ8(8L1、8R1、8L2、8R2)が配置された室内10において、定在波による影響で周波数特性にディップ30、31が発生した場合における音場を補正する音響装置において、当該ディップの発生した周波数帯のゲインを増加する代わりに、当該周波数を基本波とする高調波成分を上記オーディオ信号に重畳させる高調波重畳手段としてのバンドパスフィルタ4(4L1、4L2、4R1、4R2)、ピッチ検出部5(5L1、5L2、5R1、5R2)、倍音生成部6(6L1、6L2、6R1、6R2)、加算回路19、20を備え、上記高調波重畳手段により当該周波数の欠落を聴感上補正し所望の音響特性を得るので、他に特別の大規模の装置を設けることなく、低コストでしかも低消費電力で、ディップが発生した周波数の倍音を用いて聴感上の補正をすることにより、聴感上の周波数特性をほぼ平坦にして音響特性を改善することができる。

【0060】また、本実施の形態の音響装置は、上述において、上記高調波重畳手段は、上記オーディオ信号のうち補正すべき周波数成分を抜き取る抜き取り手段としてのバンドパスフィルタ4(4L1、4L2、4R1、4R2)と、抜き取られた周波数成分から基音を検出する基音検出手段としてのピッチ検出部5(5L1、5L

2、5R1、5R2)と、上記基音に基づいて倍音を生成する倍音生成手段としての倍音生成部6(6L1、6L2、6R1、6R2)と、を有するので、特別の大規模の装置を用いてディップを直接補正する必要が無く、ディップが発生した周波数を基音としてその倍音を用いて聴感上の補正をすることにより、聴感上の周波数特性をほぼ平坦にして音響特性を改善することができる。

【0061】また、本実施の形態の音響装置は、上述において、上記室内10の任意の位置にマイクロホン23を設置し、上記位置における音響特性を測定することにより、上記ディップ40、41を測定するので、ディップの発生している周波数帯域を自動的に検出し、倍音を用いた周波数特性の補正(42、43)を自動的に実施することができ、これにより、使い勝手を向上させた音響装置を得ることができる。

【0062】また、本実施の形態の音響装置は、上述において、上記室内10は車両9の室内であるので、定在波が発生しやすい車室空間におけるディップの発生している周波数帯域を検出し、倍音を用いた周波数特性の補正をすることにより、定在波を低減させて音場の良い音響特性を得ることができる。

【0063】なお、上述した本実施の形態では、定在波の発生する空間を車両9の車室空間10とした例のみを示したが、これに限らず、一般のリスニング空間すべてに適用することができることは言うまでもない。

【0064】

【発明の効果】この発明の音場補正方法は、オーディオ信号が供給されるスピーカが配置された室内において、定在波による影響で周波数特性にディップが発生した場合における音場を補正する音場補正方法において、当該ディップの発生した周波数帯のゲインを増加する代わりに、当該周波数を基本波とする高調波成分を上記オーディオ信号に重畳させることにより、当該周波数の欠落を聴感上補正し所望の音響特性を得るので、他に特別の大規模の処理を施すことなく、低コストでしかも低消費電力で、ディップが発生した周波数の倍音を用いて聴感上の補正をすることにより、聴感上の周波数特性をほぼ平坦にして音響特性を改善することができるという効果を奏する。

【0065】また、この発明の音場補正方法は、上述において、上記オーディオ信号のうち補正すべき周波数成分を抜き取り、抜き取られた周波数成分から基音を検出し、上記基音に基づいて倍音を生成することにより、上記高調波成分を生成するので、特別の大規模の処理を用いてディップを直接補正する必要が無く、ディップが発生した周波数を基音としてその倍音を用いて聴感上の補正をすることにより、聴感上の周波数特性をほぼ平坦にして音響特性を改善することができるという効果を奏する。

【0066】また、この発明の音場補正方法は、上述に

において、上記室内の任意の位置にマイクロホンを設置し、上記位置における音響特性を測定することにより、上記ディップを測定するので、ディップの発生している周波数帯域を自動的に検出し、倍音を用いた周波数特性の補正を自動的に実施することができ、これにより、使い勝手を向上させることができるという効果を奏する。

【0067】また、この発明の音場補正方法は、上述において、上記室内は車両の室内であるので、定在波が発生しやすい車室空間におけるディップの発生している周波数帯域を検出し、倍音を用いた周波数特性の補正をすることにより、定在波を低減させて音場の良い音響特性を得ることができるという効果を奏する。

【0068】また、この発明の音響装置は、オーディオ信号が供給されるスピーカが配置された室内において、定在波による影響で周波数特性にディップが発生した場合における音場を補正する音響装置において、当該ディップの発生した周波数帯のゲインを増加する代わりに、当該周波数を基本波とする高調波成分を上記オーディオ信号に重畳させる高調波重畳手段を備え、上記高調波重畳手段により当該周波数の欠落を聴感上補正し、所望の音響特性を得るので、他に特別の大規模の装置を設けることなく、低コストでしかも低消費電力で、ディップが発生した周波数の倍音を用いて聴感上の補正をすることにより、聴感上の周波数特性をほぼ平坦にして音響特性を改善することができるという効果を奏する。

【0069】また、この発明の音響装置は、上述において、上記高調波重畳手段は、上記オーディオ信号のうち補正すべき周波数成分を抜き取る抜き取り手段と、抜き取られた周波数成分から基音を検出する基音検出手段と、上記基音に基づいて倍音を生成する倍音生成手段と、を有するので、特別の大規模の装置を用いてディップを直接補正する必要が無く、ディップが発生した周波数を基音としてその倍音を用いて聴感上の補正をすることにより、聴感上の周波数特性をほぼ平坦にして音響特性を改善することができるという効果を奏する。

【0070】また、この発明の音響装置は、上述において、上記室内の任意の位置にマイクロホンを設置し、上記位置における音響特性を測定することにより、上記ディップを測定するので、ディップの発生している周波数帯域を自動的に検出し、倍音を用いた周波数特性の補正を自動的に実施することができ、これにより、使い勝手を向上させた音響装置を得ることができるという効果を

奏する。

【0071】また、この発明の音響装置は、上述において、上記室内は車両の室内であるので、定在波が発生しやすい車室空間におけるディップの発生している周波数帯域を検出し、倍音を用いた周波数特性の補正をすることにより、定在波を低減させて音場の良い音響特性を得ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態の音響装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本実施の形態の周波数特性を示す図であり、図2Aは周波数特性（助手席）、図2Bは補正後の周波数特性（助手席）である。

【図3】本実施の形態の他の音響装置の構成を示すブロック図である。

【図4】本実施の形態の他の周波数特性を示す図であり、図4Aは周波数特性例1、図4Bは周波数特性例2、図4Cは補正後の周波数特性例1、図4Dは補正後の周波数特性例2である。

【図5】本実施の形態の補正処理の動作を示すフローチャートである。

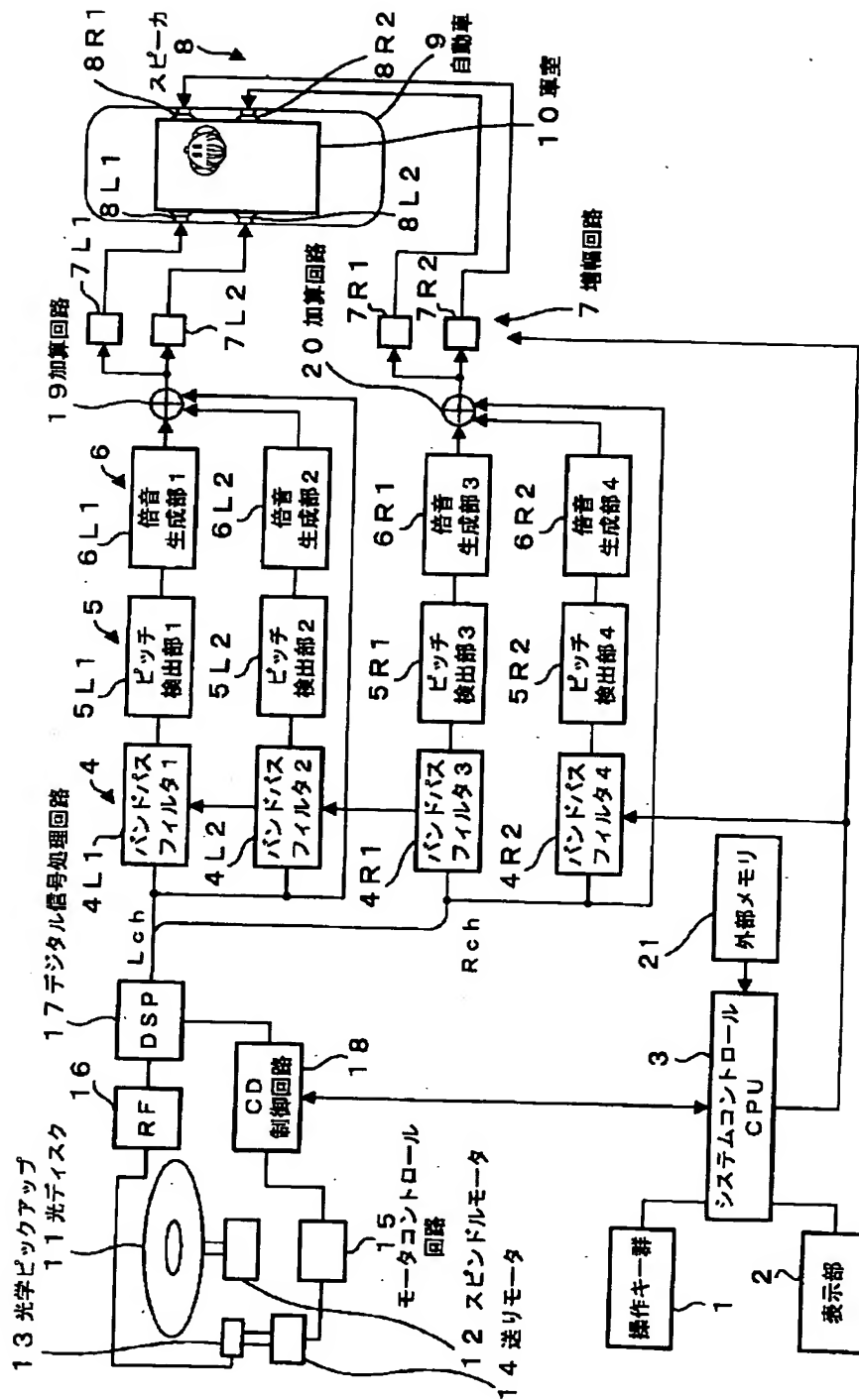
【図6】本実施の形態の処理の例を示す図である。

【図7】従来の同一の低ピッチを持つ8種類の音刺激のスペクトル構造（「音楽の心理学」ダイアナ・ドイチュ他共著）を示す図である。

【符号の説明】

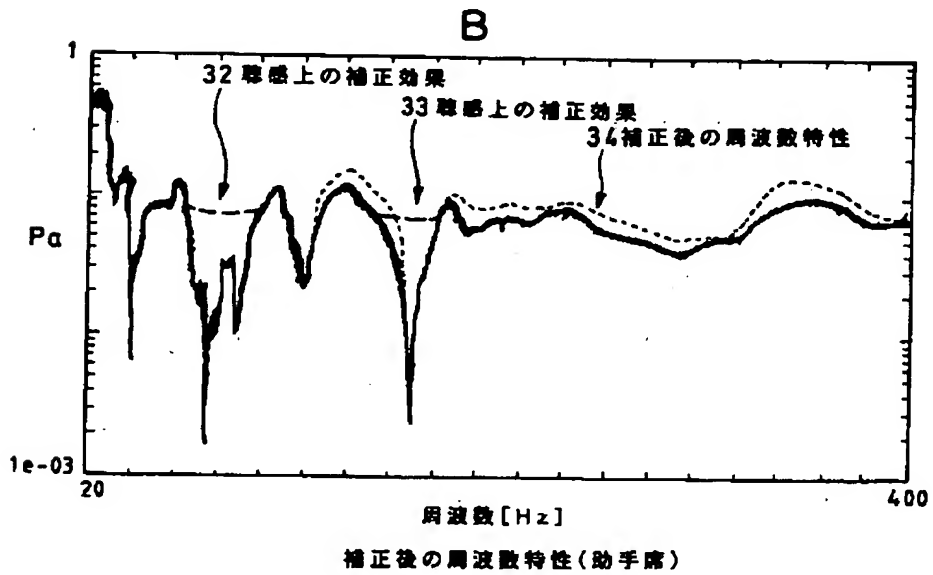
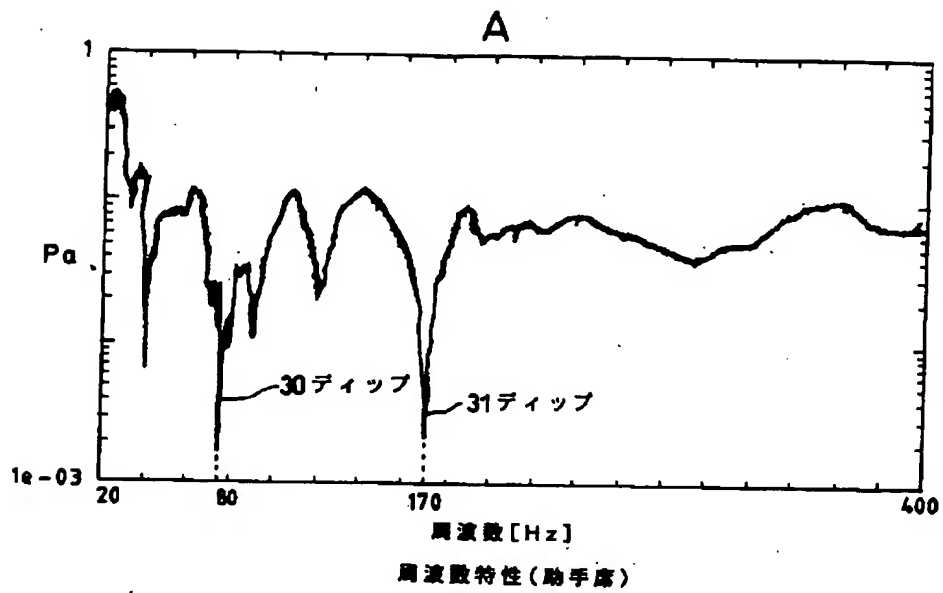
1…操作キー群、2…表示部（ディスプレイ）、3…システムコントロールCPU、4（4L1, 4L2, 4R1, 4R2）…バンドパスフィルタ、5（5L1, 5L2, 5R1, 5R2）…ピッチ検出部、6（6L1, 6L2, 6R1, 6R2）…倍音生成部、7（7L1, 7L2, 7R1, 7R2）…増幅回路、8（8L1, 8R1, 8L2, 8R2）…スピーカ、9…自動車、10…車室、11…光ディスク、12…スピンドルモータ、13…光学ピックアップ、14…送りモータ、15…モータコントロール回路、16…RF信号処理回路、17…デジタル信号処理回路（DSP）、18…CD制御回路、19、20…加算回路、21…外部メモリ、22…A/D変換器、23…マイクロホン、30、31…ディップ、32、33…聴感上の補正効果、34…補正後の周波数特性、40、41…ディップ、42、43…補正効果

【図1】



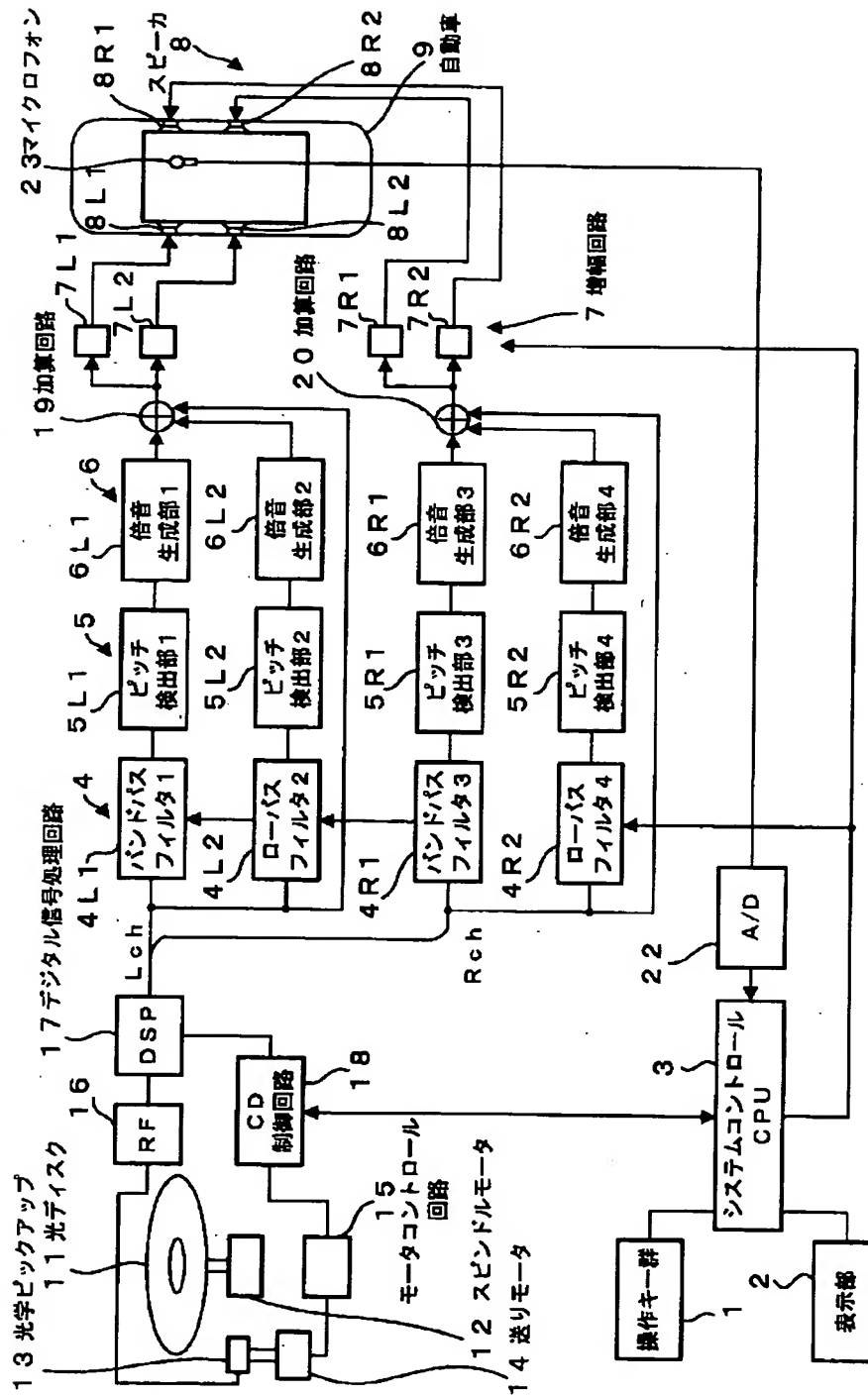
本実施の形態の音響装置の構成を示すブロック図

【図2】



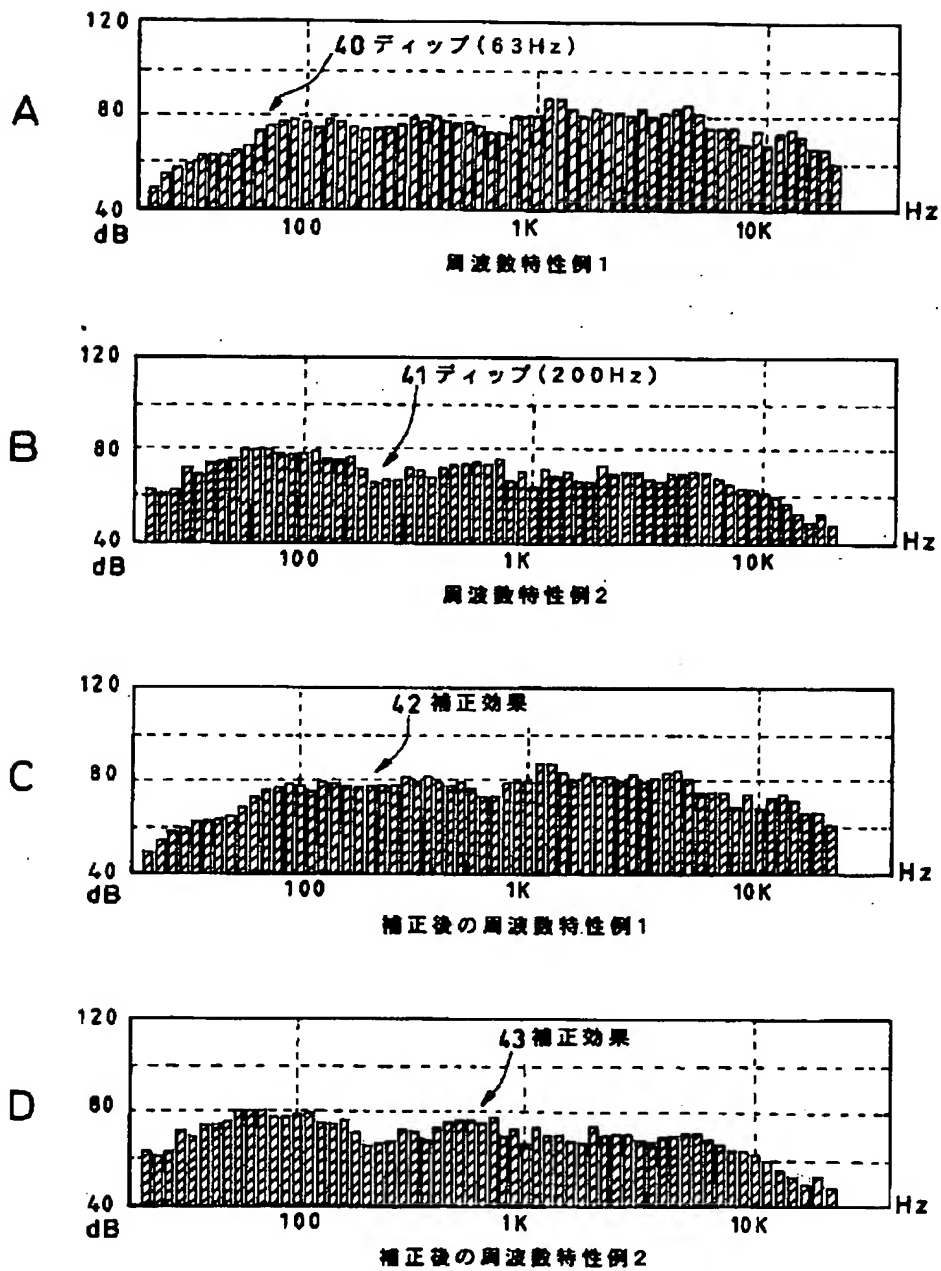
本実施の形態の周波数特性を示す図

【図 3】



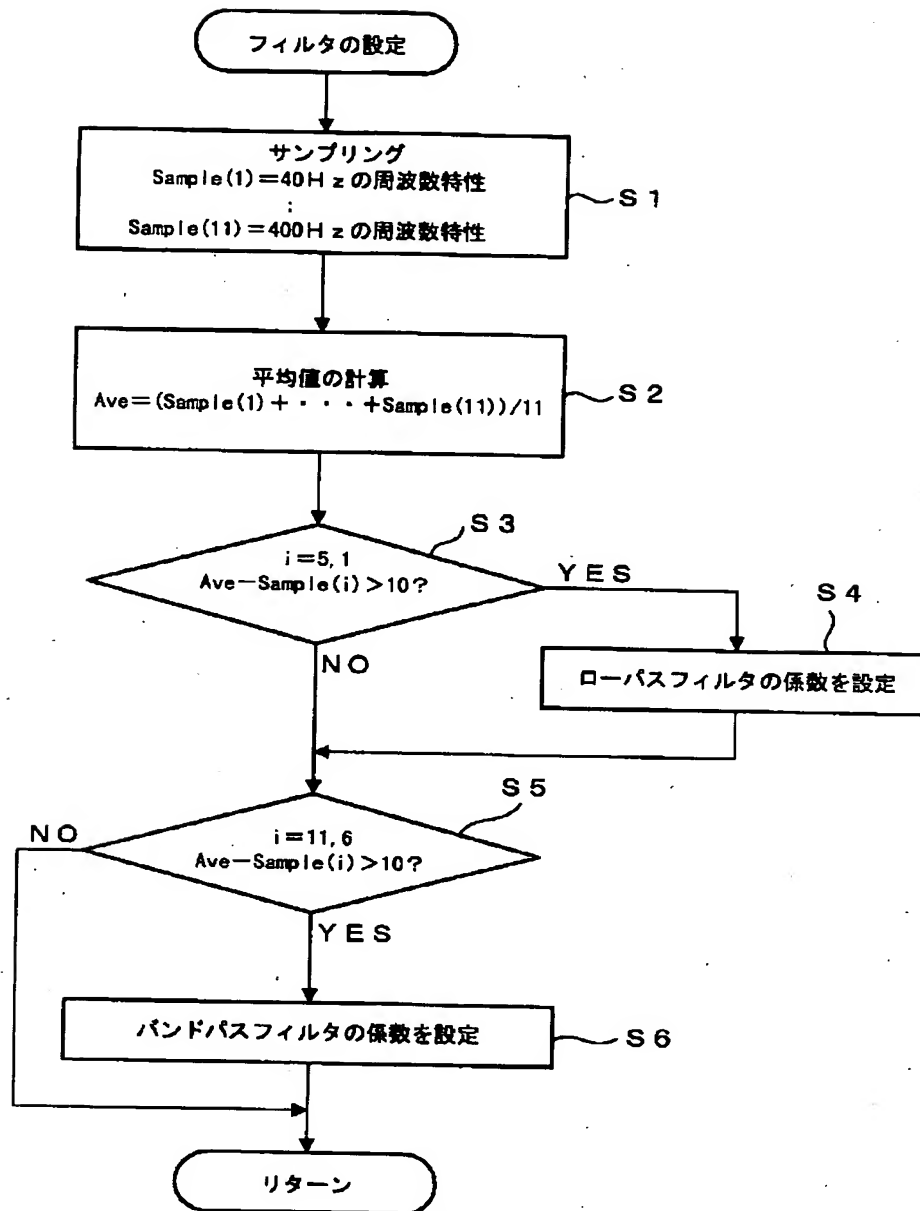
本実施の形態の他の音響装置の構成を示すブロック図

【図 4】



本実施の形態の他の周波数特性を示す図

【図5】



本実施の形態の補正処理の動作を示すフローチャート

【図 6】

Sample	周波数 (Hz)	Sample	周波数 (Hz)
1	40	9	250
2	50	10	315
3	63	11	400
4	80		
5	100		
6	125		
7	160		
8	200		

本実施の形態の処理の例を示す図

【図 7】

フロントページの続き

(72)発明者 小林 真治
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
ー株式会社内

F ターム(参考) 5D020 CC06 CE02